

Note de recherche : Grilles mensuelles de pluie en Afrique de l'Ouest et Centrale

Research note: Monthly rainfall grids in West and Central Africa

Jean-Emmanuel Paturel, Ibrahim Boubacar, Agnès L'aour-Cres et Gil Mahe

Volume 23, numéro 4, 2010

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/045095ar>
DOI : <https://doi.org/10.7202/045095ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Université du Québec - INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)

ISSN

0992-7158 (imprimé)
1718-8598 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Paturel, J.-E., Boubacar, I., L'aour-Cres, A. & Mahe, G. (2010). Note de recherche : Grilles mensuelles de pluie en Afrique de l'Ouest et Centrale. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 23(4), 325–333.
<https://doi.org/10.7202/045095ar>

Résumé de l'article

L'ORSTOM, aujourd'hui IRD (Institut de Recherche pour le Développement), est un institut français de recherche qui est implanté en Afrique depuis près de 60 ans. Depuis lors, les agroclimatologues et les hydrologues de l'institut collectent, critiquent et complètent des données hydroclimatiques sur l'Afrique de l'Ouest et Centrale.

Ayant pour objectif de mettre en place des outils permettant une modélisation hydrologique de cette partie du monde, notre équipe, HydroSciences Montpellier (HSM), a élaboré une base de données hydroclimatiques et environnementales (SIEREM). À partir de toutes les données pluviométriques collectées, nous avons élaboré des grilles mensuelles de pluie au ½ degré carré, ce qui correspond aux latitudes de la zone concernée à une superficie de l'ordre de 2 750 km².

Afin d'évaluer ces grilles, nous les avons comparées à celles mises à disposition par la « Climate Research Unit » de l'Université de « East Anglia » (CRU-UEA). Ces deux types de grilles apparaissent comme très semblables mais les grilles SIEREM sont calculées à partir d'un plus grand nombre de points de mesure et donnent de meilleurs résultats lorsqu'elles sont utilisées en entrée de modèles pluie-débit. Ces grilles sont téléchargeables gratuitement sur le site de la base SIEREM (<http://www.hydrosciences.fr/sierem/index.htm>).

NOTE DE RECHERCHE : GRILLES MENSUELLES DE PLUIE EN AFRIQUE DE L'OUEST ET CENTRALE

Research note: Monthly rainfall grids in West and Central Africa

JEAN-EMMANUEL PATUREL^{1*}, IBRAHIM BOUBACAR², AGNÈS L'AOUR-CRES¹ et GIL MAHE¹

¹IRD/HSM – UM II, Case MSE, Pl. E. Bataillon, 34095 Montpellier cedex 05, France

²IE, 01 BP 594, Ouagadougou, Burkina Faso

Reçu le 25 novembre 2008, accepté le 1 novembre 2009

RÉSUMÉ

L'ORSTOM, aujourd'hui IRD (Institut de Recherche pour le Développement), est un institut français de recherche qui est implanté en Afrique depuis près de 60 ans. Depuis lors, les agroclimatologues et les hydrologues de l'institut collectent, critiquent et complètent des données hydroclimatiques sur l'Afrique de l'Ouest et Centrale.

Ayant pour objectif de mettre en place des outils permettant une modélisation hydrologique de cette partie du monde, notre équipe, HydroSciences Montpellier (HSM), a élaboré une base de données hydroclimatiques et environnementales (SIEREM). À partir de toutes les données pluviométriques collectées, nous avons élaboré des grilles mensuelles de pluie au ½ degré carré, ce qui correspond aux latitudes de la zone concernée à une superficie de l'ordre de 2 750 km².

Afin d'évaluer ces grilles, nous les avons comparées à celles mises à disposition par la « Climate Research Unit » de l'Université de « East Anglia » (CRU-UEA). Ces deux types de grilles apparaissent comme très semblables mais les grilles SIEREM sont calculées à partir d'un plus grand nombre de points de mesure et donnent de meilleurs résultats lorsqu'elles

sont utilisées en entrée de modèles pluie-débit. Ces grilles sont téléchargeables gratuitement sur le site de la base SIEREM (<http://www.hydrosciences.fr/sierem/index.htm>).

Mots clés : *Base de données hydroclimatiques, grilles de pluie mensuelle, Afrique de l'Ouest et Centrale, modélisation hydrologique.*

ABSTRACT

ORSTOM, today IRD ("Institut de Recherche pour le Développement"), is a French institute of research that has been conducting research in Africa for the last 60 years. Since this period, agroclimatologists and hydrologists of IRD have never stopped collecting, validating and completing hydroclimatic data over West and Central Africa.

In the view of modelling runoff in this part of the world, our team, HydroSciences Montpellier (HSM), manages an hydroclimatic and environmental database (SIEREM). Using all the collected pluviometric data, we have been calculating

*Auteur pour correspondance :

Téléphone: +33 (0)4 67 14 90 62

Courriel: jean-emmanuel.paturel@ird.fr

monthly rainfall on a regular $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ gridding, each mesh corresponding to approximately 2,750 km².

To assess the value of these gridded rainfall data, we compared them with those provided by the Climate Research Unit of University of East Anglia (CRU-UEA). The IRD and CRU grids are very similar but the former IRD grids are computed from more stations and have proven to be more reliable when predicting stream flows using two rainfall-runoff models. These grids are available from free of charge from SIEREM database website (<http://www.hydrosociences.fr/sierem/index.htm>).

KEY WORDS: *hydroclimatic database; monthly rainfall grids; West and Central Africa; hydrological modelling.*

1. INTRODUCTION

La première implantation de l'ORSTOM, aujourd'hui IRD (Institut de Recherche pour le Développement), en Afrique remonte à près de 60 ans. Depuis ce temps-là, les agroclimatologues et les hydrologues de l'IRD n'ont cessé d'effectuer des mesures, de rassembler des données anciennes et de critiquer des données hydroclimatiques sur ce continent, en particulier en Afrique de l'Ouest et Centrale.

Notre équipe de recherche (HydroSciences Montpellier), à des fins de recherche en modélisation hydrologique, a poursuivi ce travail et a constitué plus généralement une base de données hydroclimatiques et environnementales : Système d'Informations Environnementales sur les Ressources en Eau – Modélisation hydrologique (SIEREM). Parmi ses produits de valorisation accessibles à tous sur internet, SIEREM propose des grilles de pluviométrie mensuelle dont l'unité d'espace est une maille de surface $0,5^\circ \times 0,5^\circ$, soit approximativement 2 750 km² dans la zone considérée. Les pas d'espace et de temps choisis nous semblent être les résolutions les plus aptes à pouvoir apprécier, à la fois, les impacts des changements climatiques et des activités anthropiques sur les ressources en eau (ARNELL *et al.*, 1996; GLEICK, 1986).

La « Climate Research Unit of University of East Anglia » a développé également ses propres grilles climatiques mensuelles, depuis 1900, sur l'ensemble du globe terrestre qu'elle met à disposition de tous sur internet. Pour ce qui concerne la construction des grilles du CRU, nous renvoyons à ses auteurs (NEW *et al.*, 1999; 2000).

Cette note de recherche présente les grilles SIEREM et des résultats de validation de ceux-ci.

2. SYSTÈME D'INFORMATIONS ENVIRONNEMENTALES SUR LES RESSOURCES EN EAU – MODÉLISATION HYDROLOGIQUE (SIEREM)

SIEREM est une base de données reposant sur un schéma générique permettant la gestion d'une information hydroclimatique mais aussi environnementale sur l'Afrique. Aujourd'hui, la base est riche de données qui concernent principalement l'Afrique de l'Ouest et Centrale (<http://www.hydrosociences.fr/sierem/index.htm>).

Des séries chronologiques de différentes variables hydroclimatiques (débit, pluie, insolation, évapotranspiration potentielle, évaporation, humidité, température, vent) ont été rassemblées et sont facilement accessibles. Par ailleurs, des entités géographiques ont été acquises ou construites, comme la numérisation de cartes de géologie, pédologie, phytogéographie, etc., ou comme le tracé de bassins versants et du réseau hydrographique.

2.1 Fenêtre et période de validation des grilles pluviométriques

La base SIEREM contient plusieurs milliers d'identifications de postes pluviométriques sur une fenêtre dont les coordonnées sont : longitude : $18^\circ \text{ W} - 21^\circ \text{ E}$ / latitude : $5^\circ \text{ S} - 20^\circ \text{ N}$. L'information la plus ancienne remonte à la fin de la décennie 1840 mais elle est très variable dans le temps (nombreuses lacunes) et dans l'espace (dates multiples d'implantation des postes).

En fonction de ces éléments, il a été décidé de construire par interpolation des grilles dans une fenêtre incluse dans la fenêtre précitée : elle a été limitée à la partie terrestre comprise entre les latitudes 2° S et 18° N et les longitudes 18° W et 17° E et couvrent une vingtaine de pays (Figure 1); cependant, pour ne pas avoir des effets de bord lors de l'interpolation, nous avons utilisé également des postes hors de ces limites.

Pour donner un aperçu des données dont nous avons pu disposer, nous prendrons l'exemple du mois de décembre (nous reviendrons après sur le mode de sélection des séries et la méthode d'interpolation choisis) :

- Les stations pluviométriques ont été implantées progressivement en Afrique de l'Ouest et Centrale : la figure 2 indique par décennie le nombre de stations dont les observations débutent (nombre (déb.)); le nombre maximum de nouvelles stations implantées est observé sur la période 1950-1960; à partir de cette période, les implantations de

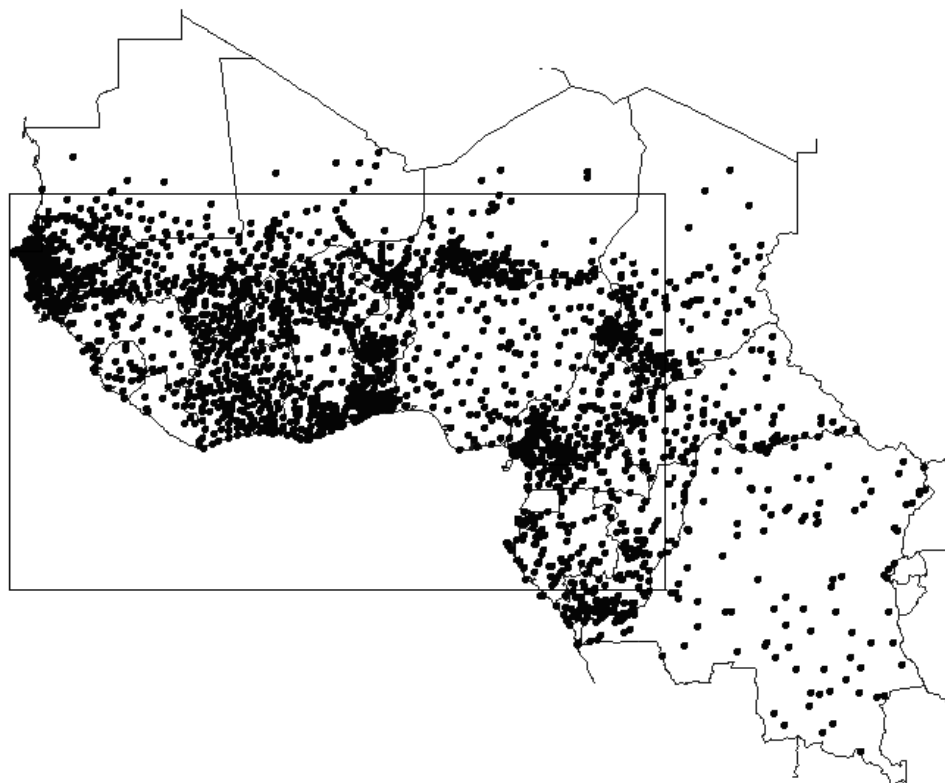


Figure 1. Implantation des stations pluviométriques de la base SIEREM et limites géographiques des grilles SIEREM (18° W et 17° E; 2° S et 18° N).

SIEREM's pluviometric stations – limits of the IRD Grid (18° W and 17° E; 2° S and 18° N).

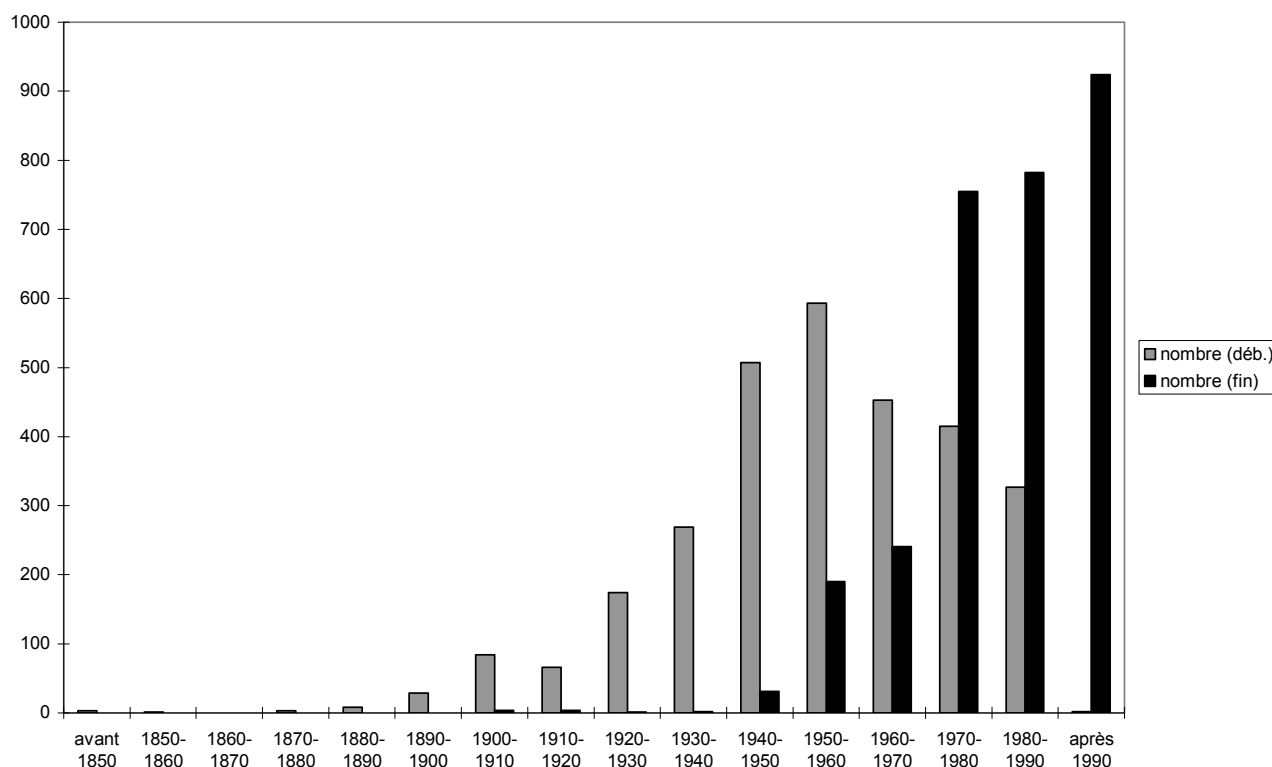


Figure 2. Caractéristiques des séries des postes de mesure : décennies de début (nombre(déb.)) et de fin (nombre(fin)) des séries chronologiques – exemple du mois de décembre.

Features of the data series (stations): decades of beginning ((nombre(déb.)) and end (nombre(fin)) of chronological data series – example of December.

- nouvelles stations ont diminué jusqu'à devenir insignifiantes lors de la dernière décennie : deux nouvelles stations;
- à partir de 1940, quelques stations ont fermé (nombre(fin)) et le phénomène s'est accru à partir de la décennie 1970-1980 (figure 2); il faut toutefois nuancer cette observation car ce nombre inclut aussi les stations pour lesquelles, pour différentes raisons, nous n'avons pas pu avoir accès aux données pour les décennies concernées;
 - la figure 3 montre le nombre de mois-postes par décennie utilisé pour construire les grilles des mois de décembre; le maximum de mois-stations s'observe sur la décennie 1970-1980;
 - on en déduit une densité moyenne de postes par unité de surface choisie (maille de $0,5^\circ \times 0,5^\circ \approx 2\,750\text{ km}^2$). Comme le montre la figure 4, elle est toujours inférieure à 0,5 poste par maille et n'excède cette valeur que pour la décennie 1980-1990 sur l'Afrique de l'Ouest. Cette densité d'information reste supérieure à la densité des réseaux nationaux de la météorologie qui est jugée comme satisfaisante pour suivre l'évolution des paramètres climatiques comme la pluie sur le continent africain.

2.2 Évolution des réseaux en Afrique de l'Ouest et Centrale

Plus généralement, on peut observer que le réseau de mesures pluviométriques de l'Afrique de l'Ouest s'est développé à partir de 1920-1930, une dizaine d'années avant celui de l'Afrique Centrale. Mais dès la décennie 1950-1960, en Afrique Centrale, le nombre de postes stagne et baisse considérablement à partir de la décennie 1980-1990. L'Afrique de l'Ouest connaît le même phénomène au cours de la décennie 1990-2000. Cela est dû à différents facteurs, parfois exogènes aux services nationaux, sur lesquels nous ne nous étendrons pas, même si nous ne pouvons observer qu'avec regret que bon nombre de services nationaux ou régionaux de gestion de données climatiques ne mettent plus que très rarement leurs données à la disposition des chercheurs, qu'ils soient nationaux, régionaux ou internationaux, obérant en cela la formation de leurs chercheurs nationaux et/ou régionaux et le développement de la recherche locale.

Au vu des figures précédentes, la période sur laquelle nous avons décidé de construire les grilles pluviométriques débute à la décennie 1940 et s'arrête à la décennie 1990 incluse.

2.3 Sélection et critique des données pluviométriques

Les données des grilles mensuelles SIEREM proviennent principalement de deux sources : l'IRD et le CRU.

- IRD : les données existantes, à un pas de temps journalier ou mensuel, constituent plus de 89 % des données utilisées. Certaines de ces données sont elles-mêmes utilisées par le CRU mais la source IRD est plus complète (plus de postes de mesure).
- CRU : les données du CRU constituent près de 8,5 % des données utilisées et permettent de combler les lacunes de la source IRD, globalement en pays anglophones. Pour le reste, elles proviennent de données saisies dans différents bulletins ou ouvrages spécialisés.

Les stations retenues sont :

- Des stations primaires (synoptiques) : ce sont les stations de base dont l'observation est permanente et sur lesquelles l'étude statistique permet de définir les caractéristiques climatiques d'une région donnée.
- Des stations secondaires (climatologiques et agrométéorologiques) : ces stations sont déplaçables. Elles sont observées seulement un certain nombre d'années afin que les observations qui en sont issues puissent être significativement mises en corrélation avec celles des stations primaires.
- Ces stations sont complétées par des stations tertiaires : elles ont une vocation exclusivement pratique et sont spécifiques d'un problème posé. Elles n'ont *a priori* aucune raison d'être pérennes si leur but ne l'exige pas.

Les deux premières catégories de stations constituent ce que l'on a l'habitude d'appeler le réseau de base. Les stations tertiaires sont bien souvent mises en place à l'occasion d'un projet de recherche ou d'aménagement et elles servent soit à « raccorder » le site de recherche ou de l'aménagement au réseau de base, soit à préciser un élément particulier du régime climatique. L'IRD a implanté beaucoup de ces stations au cours de ses activités de recherche et a assuré un suivi de qualité de leurs mesures.

En 1977, puis en 1984, le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH), avec l'aide financière du ministère de la Coopération de la République Française, a confié à l'ORSTOM (aujourd'hui IRD) et l'ASECNA, la publication de tous les relevés de précipitations journalières effectués de l'origine des stations à 1980 aux stations synoptiques du réseau météorologique national, aux postes climatologiques et aux postes pluviométriques pour tous les états membres du Comité. L'ORSTOM a effectué les travaux de comparaison saisie - originaux, de critique « initiale » des données et de préparation informatique de la publication. La critique « initiale » se basait sur une critique « à vue » et automatique. La critique « à vue » s'appuyait sur des comparaisons interpostes et sur la connaissance de la personne chargée de ce travail et était, donc, « subjective ». La critique automatique s'appuyait sur des tests mis en évidence lors de la critique « à vue » et se voulait

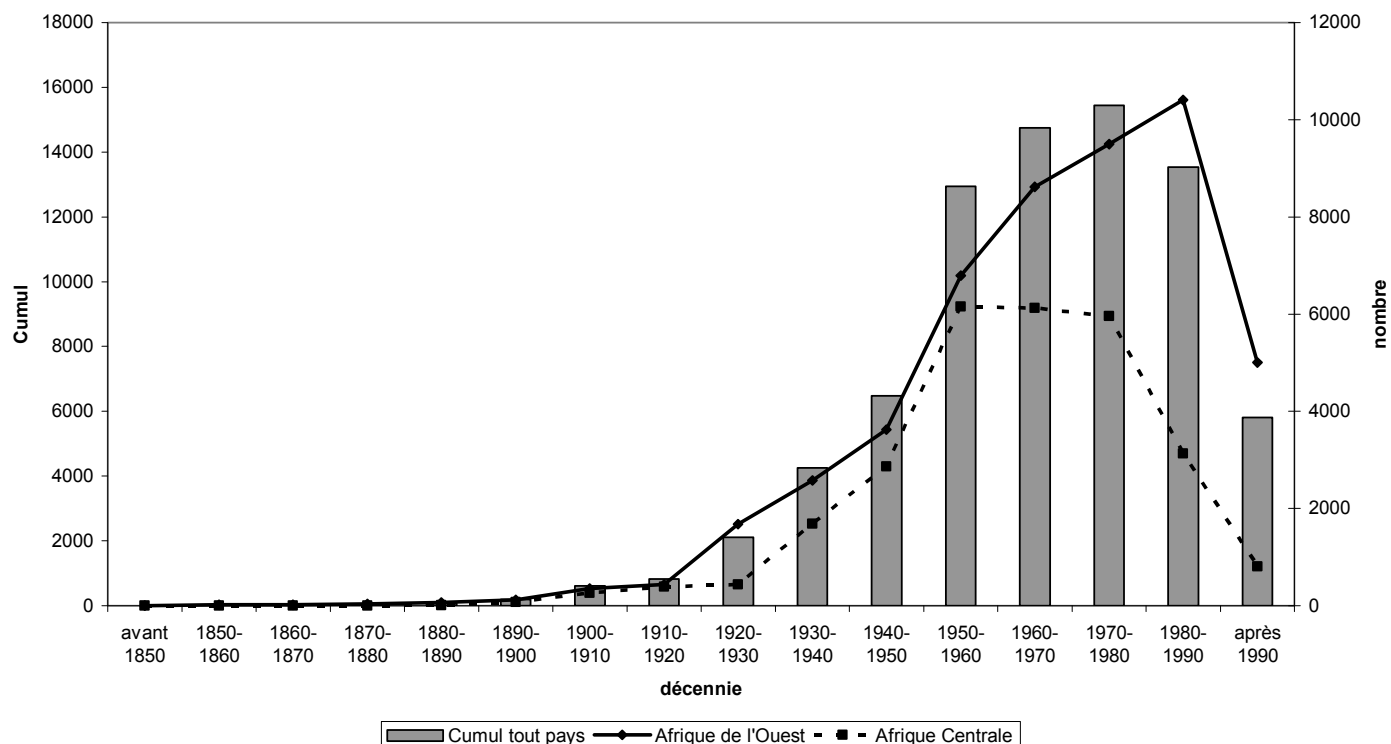


Figure 3. Nombre de mois-stations (mois*station) par décennie utilisés pour construire les grilles SIEREM (exemple du mois de Décembre) : par sous-région (Afrique de l'Ouest et Afrique Centrale – axe de droite) et cumul sur l'ensemble de la zone d'étude (axe de gauche).
*Number of months-stations (month*station) per decades used to build the SIEREM Grid (example of December): by sub-regions (West Africa and Central Africa – right axis) and total for the studied area (left axis).*

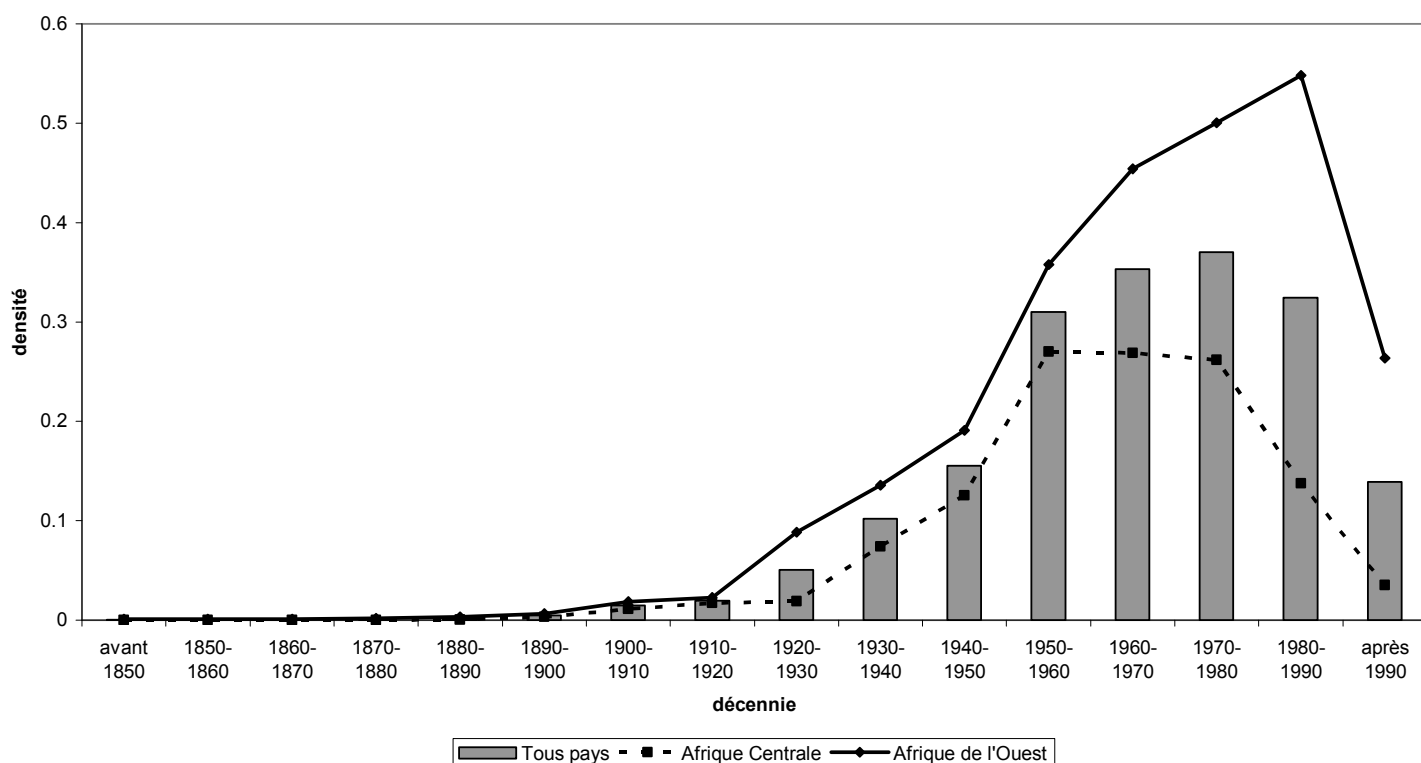


Figure 4. Densité de stations pluviométriques par décennie et par unité de surface ($0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$) utilisée pour construire les grilles SIEREM (exemple du mois de décembre) : par sous-région (Afrique de l'Ouest et Afrique Centrale) et moyenne sur l'ensemble de la zone d'étude.
Density of pluviometric stations per decade and per unit ($0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$) used to build the SIEREM Grid (example of December): by sub-regions (West Africa and Central Africa) and total for the entire studied area.

donc « objective ». Elle s'appuyait sur le nombre de jours de pluie par an ($> 0,1$ mm), sur le rapport du nombre de jours de petites pluies (< 10 mm), au nombre de jours de pluie dans l'année et sur la recherche d'apparition de valeurs multiples en nombre exagéré (erreurs d'éprouvette). Au-delà de 1980, ce travail systématique n'a pas été poursuivi.

2.4 Procédure d'interpolation

Nous avons fait le choix d'utiliser le maximum d'information disponible pour la construction de chaque grille mensuelle; donc, les points d'interpolation ne sont pas toujours les mêmes d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre. Ce choix peut paraître discutable mais il nous semble dicté par les meilleures raisons :

- L'objectif premier de construction des grilles SIEREM est de fournir pour les modèles hydrologiques que nous utilisons une entrée pluie qui soit la plus proche de la réalité possible. Un précédent travail a montré, en effet, que les sorties de nos modèles étaient globalement meilleures lorsque la plus grande quantité d'information sur la pluie était utilisée.
- À partir de ces grilles, nous ne souhaitons pas caractériser la variabilité climatique fine de l'Afrique de l'Ouest et Centrale.

La méthode d'interpolation choisie est alors un krigeage simple, méthode géostatistique qui a prouvé sa robustesse dans beaucoup d'applications environnementales. Le variogramme choisi est un variogramme linéaire simple. Cette méthode est fréquemment appliquée pour l'interpolation à partir de points irrégulièrement positionnés dans l'espace, problème récurrent dans le domaine de la construction de grilles de données climatologiques.

3. VALIDATION DES GRILLES SIEREM

Nous avons opté pour trois modes de validation :

- Est-ce que les différences sont importantes entre les grilles SIEREM et les grilles du CRU?
- Est-ce que la méthodologie de construction des grilles SIEREM entraîne des différences entre les séries « fictives » attribuables aux centres des mailles et les séries « vraies » observées en des postes au sein de ces mailles?
- Est-ce qu'utiliser les grilles SIEREM plutôt que les grilles CRU améliore les résultats de modélisation pluie-débit?

3.1 Comparaison des grilles SIEREM - grilles CRU

La méthodologie choisie repose sur l'utilisation d'un test statistique non paramétrique robuste qui permet de qualifier statistiquement la différence que l'on peut observer entre les deux grilles. Rappelons qu'accepter l'hypothèse nulle ne signifie pas que cette hypothèse est vraie, mais seulement que les observations disponibles ne sont pas incompatibles avec cette hypothèse et que l'on n'a pas de raisons suffisantes pour lui préférer une hypothèse alternative (CERESTA, 1986).

Le test qui s'impose dans le cas d'application à des données pluviométriques mensuelles est le test « t de Student » (NEW *et al.*, 1999). Le test de Student de comparaison de deux moyennes s'applique bien à des populations de variances et de moyennes inconnues dont on tire de façon aléatoire des échantillons de même taille pas trop importante, ici les grilles mensuelles de pluie sur notre période de travail.

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différences significatives, au sens statistique du terme, entre les grilles SIEREM et CRU pour les mailles communes à un seuil d'erreur de 5 % : quels que soient les mois traités, dans 100 % des cas, l'hypothèse nulle n'est pas rejetée.

3.2 Comparaison grilles SIEREM - postes observés

Le « test t de student » a encore été utilisé. Il ne peut pas s'appliquer si les séries des stations observées sont trop courtes. Trente années de mesures nous semblent raisonnables. Le travail a donc pu être effectué sur un peu plus de 800 postes et mailles : les différences les plus notoires concernent les mois qui encadrent plus particulièrement la saison des pluies dans l'hémisphère nord, comme le montre la figure 5.

3.3 Comparaison des sorties de modèle

Deux modèles hydrologiques ont été utilisés pour l'essai : le modèle GR2M (version adaptée de MOUELHI, 2002) et le modèle de YATES (1997) sont des modèles globaux à réservoirs. Les versions des deux modèles ont été semi-spatialisées : alors que les entrées pluies et évapotranspiration (données fournies par le CRU) sont spatialisées sur chacune des mailles qui constituent le bassin versant, seul le débit à l'exutoire sert de série de calage pour l'optimisation du modèle.

- Le modèle GR2M est constitué d'un réservoir sol qui régit la fonction de production et d'un réservoir eau gravitaire qui régit la fonction de transfert.
- Le modèle de Yates a la particularité que ses paramètres ne se calent pas mais sont prédéterminés en fonction d'une

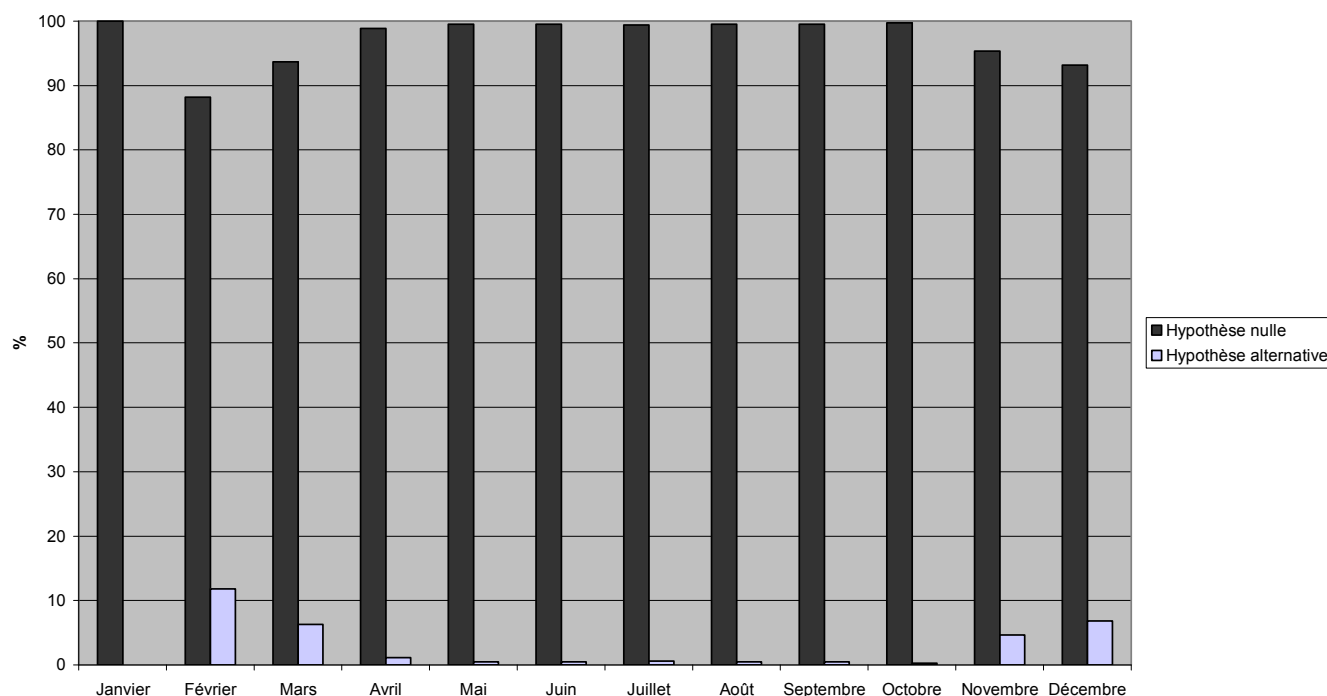


Figure 5. Résultats du test de Student (niveau de confiance de 95 %) de comparaison des grilles SIEREM et des observations (obtenus en moyennant toutes les observations faites aux stations dans la maille considérée).
Differences between CRU and IRD Grids - results of the Student Test (95% confidence interval).

classification Climat-Végétation de HOLDRIDGE (1947, 1967).

Les essais de modélisation sont effectués sur un jeu de 92 bassins versants de l'Afrique de l'Ouest et Centrale.

L'opération a consisté à utiliser les deux grilles de pluie, CRU et SIEREM, en vue de déterminer la qualité des résultats de chacune d'elles. La qualité des résultats est donnée par la valeur du critère de Nash, le modèle ajusté étant d'autant meilleur que le critère de Nash se rapproche de 100. Dans le cas de GR2M, on effectue un calage des paramètres; dans le cas du modèle de Yates, on effectue une validation des paramètres prédéterminés. L'objectif n'est pas de critiquer les modèles ou les valeurs du critère obtenues mais de comparer entre elles les valeurs de critère obtenues pour chacune des grilles de pluie.

La période sur laquelle se fait cette comparaison dépend de la disponibilité des valeurs de débit. Pour la majorité des stations, cela a pu se faire sur une période de l'ordre de 40 ans : depuis le milieu de la décennie 1950-1960 jusqu'au milieu de la décennie 1990-2000. Les valeurs de Nash obtenues dans le cas du modèle GR2M sont toutes positives, ce qui n'est pas toujours le cas pour le modèle Yates.

Selon les stations, les écarts entre les Nash obtenus avec les deux grilles de pluie sont parfois importants (Tableau 1).

Globalement, les grilles SIEREM fournissent de meilleurs résultats de modélisation au sens du critère de Nash, et ce, quel que soit le modèle choisi :

- Cela est plus net dans le cas du modèle GR2M. À noter que sur le fleuve Gambie, cela n'est pas majoritairement vrai;
- dans le cas du modèle de Yates, la grille CRU donne de meilleurs résultats sur les fleuves Gambie et Niger.

4. CONCLUSION

La « Climate Research Unit » de l'« University of East Anglia » a élaboré, entre autres, des grilles de pluie qui couvrent l'Afrique de l'Ouest et Centrale à un pas de temps mensuel et à un pas d'espace du $\frac{1}{2}$ degré carré pour une période débutant au début du XX^e siècle.

L'IRD a une longue histoire dans cette zone. Bon nombre de ses chercheurs au cours de leurs affectations ou de leurs missions ont aidé à monter et à gérer techniquement les services nationaux de gestion de données tant hydrologiques que météorologiques. Ainsi, l'IRD possède probablement la plus

Tableau 1. Écart entre les Nash obtenus avec les grilles SIEREM et les grilles CRU (NashSIEREM - NashCRU; en souligné, les valeurs négatives) – utilisation de deux modèles, GR2M et Yates, sur 92 bassins.

Table 1. Difference between Nash values using the SIEREM and CRU grids (NashSIEREM - NashCRU; underlined values: negative values) for two models, GR2M and Yates, on 92 basins.

Bassin versant	Poste pluviométrique	GR2M	Yates	Bassin versant	Poste pluviométrique	GR2M	Yates
<i>Bandama</i>	Bada	5,30	21,77	<i>Niger</i>	GarbeKourou	3,91	1,07
<i>Bandama</i>	Bouafle	3,85	137,10	<i>Niger</i>	Iradougou	10,10	7,48
<i>Bandama</i>	Fetekro	3,14	39,98	<i>Niger</i>	Kakassi	1,99	<u>-0,59</u>
<i>Bandama</i>	Mbahiakro	1,70	59,30	<i>Niger</i>	Kankan	<u>-1,27</u>	<u>-10,03</u>
<i>Bandama</i>	RteBeoumi	3,67	55,62	<i>Niger</i>	KeMacina	0,12	2,32
<i>Bia</i>	PtBianouan	<u>-1,62</u>	<u>-6,98</u>	<i>Niger</i>	Koroume	<u>-0,55</u>	19,33
<i>Comoé</i>	Akakomoekrou	1,40	<u>-0,21</u>	<i>Niger</i>	Koriziena	9,15	<u>-0,31</u>
<i>Comoé</i>	Aniassue	0,94	5,16	<i>Niger</i>	Koulikoro	0,09	<u>-14,36</u>
<i>Comoé</i>	Folonzo	<u>-0,07</u>	6,95	<i>Niger</i>	Kouroussa	<u>-2,16</u>	<u>-0,39</u>
<i>Comoé</i>	Serebou	1,89	1,42	<i>Niger</i>	Koutoav	2,44	<u>-24,95</u>
<i>Comoé</i>	Yendere	0,76	<u>-9,75</u>	<i>Niger</i>	Mandiana	0,47	<u>-2,78</u>
<i>Gambie</i>	Gouloumbo	<u>-0,40</u>	<u>-8,04</u>	<i>Niger</i>	Mopti	0,82	25,88
<i>Gambie</i>	Kedougou	2,34	<u>-3,28</u>	<i>Niger</i>	Niaméy	0,70	134,02
<i>Gambie</i>	Mako	1,08	<u>-4,74</u>	<i>Niger</i>	Pankourou	1,26	<u>-81,58</u>
<i>Gambie</i>	Missirah	1,42	<u>-3,78</u>	<i>Niger</i>	Siguiri	<u>-0,06</u>	<u>-2,03</u>
<i>Gambie</i>	Simenti	<u>-0,39</u>	<u>-6,40</u>	<i>Niger</i>	Tamou	8,40	6,91
<i>Gambie</i>	WassadouAmt	<u>-0,29</u>	<u>-7,11</u>	<i>Niger</i>	Tera	3,12	<u>-0,42</u>
<i>Gambie</i>	WassadouAvl	<u>-1,04</u>	<u>-8,87</u>	<i>Niger</i>	Tinkisso	2,88	3,63
<i>Kolente</i>	Badera	<u>-2,46</u>	1,56	<i>Niger</i>	Tossaye	1,47	122,32
<i>Lac Tchad</i>	Baibokoum	3,19	7,12	<i>Sassandra</i>	Bafingdala	0,70	106,85
<i>Lac Tchad</i>	Batafango	0,67	23,48	<i>Sassandra</i>	Guessabo	0,87	198,08
<i>Lac Tchad</i>	Bongor	2,26	1,34	<i>Sassandra</i>	Guiglo	5,96	6,41
<i>Lac Tchad</i>	Bossangoa	<u>-0,37</u>	6,97	<i>Sassandra</i>	Nibehibe	<u>-0,08</u>	1064,25
<i>Lac Tchad</i>	Bouso	<u>-0,14</u>	114,44	<i>Sassandra</i>	Semien	4,87	122,49
<i>Lac Tchad</i>	Doba	5,32	14,02	<i>Sassandra</i>	Sorotona	7,51	78,19
<i>Lac Tchad</i>	Gore	7,01	14,63	<i>Sassandra</i>	Soubre	1,79	172,31
<i>Lac Tchad</i>	Hellibongo	1,28	203,12	<i>Sassandra</i>	Vialadougou	16,90	94,02
<i>Lac Tchad</i>	Lai	2,56	2,87	<i>Sénégal</i>	BafingMakana	0,94	<u>-0,23</u>
<i>Lac Tchad</i>	Mailao	<u>-0,46</u>	139,51	<i>Sénégal</i>	Bakel	0,84	0,96
<i>Lac Tchad</i>	Manda	1,85	7,18	<i>Sénégal</i>	DakaSaidou	0,19	0,10
<i>Lac Tchad</i>	Moissala	1,36	1,40	<i>Sénégal</i>	Dibia	0,90	<u>-1,01</u>
<i>Lac Tchad</i>	Moundou	2,50	5,01	<i>Sénégal</i>	Galougo	0,72	0,42
<i>Lac Tchad</i>	Ndjamena	<u>-0,03</u>	56,99	<i>Sénégal</i>	Gourbassy	3,32	5,46
<i>Lac Tchad</i>	Sahr	0,08	352,35	<i>Sénégal</i>	Kayes	0,71	0,35
<i>Niger</i>	Alcongui	<u>-5,25</u>	<u>-5,14</u>	<i>Sénégal</i>	KidiraUhea	2,55	5,11
<i>Niger</i>	Ansongo	1,49	106,61	<i>Sénégal</i>	Oualia	0,65	1,08
<i>Niger</i>	Banankoro	<u>-1,36</u>	<u>-6,12</u>	<i>Sénégal</i>	Siramakana	0,06	1,68
<i>Niger</i>	Baro	<u>-2,16</u>	2,15	<i>Sénégal</i>	Soukoutali	0,68	<u>-1,28</u>
<i>Niger</i>	Bougouni	0,25	<u>-17,96</u>	<i>Sénégal</i>	Toukoto	0,86	<u>-2,09</u>
<i>Niger</i>	CptW	8,74	<u>-5,11</u>	<i>Volta</i>	Batie	<u>-1,51</u>	8,76
<i>Niger</i>	Dioila	<u>-0,28</u>	<u>-7,91</u>	<i>Volta</i>	Boromo	1,50	<u>-10,13</u>
<i>Niger</i>	Diongore	5,53	5,27	<i>Volta</i>	Dapola	0,00	7,62
<i>Niger</i>	Dire	0,88	46,86	<i>Volta</i>	Nobere	9,81	5,21
<i>Niger</i>	Dolbel	2,78	<u>-0,99</u>	<i>Volta</i>	Nwokuy	<u>-0,66</u>	<u>-3,13</u>
<i>Niger</i>	Douna	1,41	<u>-6,70</u>	<i>Volta</i>	PtOuessa	<u>-0,06</u>	0,64
<i>Niger</i>	Faranah	<u>-4,38</u>	<u>-14,99</u>	<i>Volta</i>	Wayen	0,20	1,33

grande quantité de données hydrologiques et pluviométriques qui puisse exister. Ces données collectées, et bien souvent critiquées de façon approfondie, ont été rassemblées dans une base de données SIEREM gérée par HydroSciences Montpellier. Il nous a donc semblé évident de valoriser toute cette information et de construire nos propres grilles de pluie.

Les pas d'espace et de temps choisis sont le $\frac{1}{2}$ degré carré ($\approx 2\,750\text{ km}^2$) et le mois, qui nous semblent être les résolutions les plus aptes à pouvoir apprécier, à la fois, les impacts des changements climatiques et des activités anthropiques sur les ressources en eau (ARNELL *et al.*, 1996; GLEICK, 1986). Le choix pris de construire des grilles de pluie les plus exactes possibles afin de mieux modéliser les ressources en eau nous a poussés à prendre en compte toute l'information disponible, à condition qu'elle soit fiable. La méthode d'interpolation, le krigeage, est largement répandue dans le domaine environnemental.

Aujourd'hui, les grilles mensuelles SIEREM couvrent la partie terrestre d'une fenêtre qui s'étend du Sénégal au Tchad et de la Mauritanie au Cameroun. Elles ont été validées par comparaison avec les grilles du CRU, par comparaison avec les mesures ponctuelles et par comparaison des sorties des résultats de modélisation hydrologique.

Puisque les résultats semblent consistants et semblent valider notre démarche, dans un second temps, les dimensions de la fenêtre seront augmentées et devraient, à terme, couvrir l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest et Centrale.

5. REMERCIEMENTS

Nous avons une pensée toute particulière pour tous les observateurs nationaux et le personnel de l'IRD, sans qui ce travail n'aurait pas vu le jour. Nous remercions la « Climate Research Unit » de l'« University of East Anglia », ainsi que les services nationaux de météorologie d'Afrique de l'Ouest et Centrale, de nous avoir fait partager leurs données.

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARNELL N.W. et N.S. REYNARDS (1996). The effects of climate change due to global warming on river flows in Great Britain. *J. Hydrol.*, 183, 397-424.

CERESTA (1986). Aide mémoire pratique des techniques statistiques. *Rev. Stat. Appl.*, XXXIV, n° spécial.

GLEICK P.H. (1986). Methods for evaluating the regional hydrologic impacts of global climatic changes. *J. Hydrol.*, 88, 97-116.

HOLDRIDGE L.R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105, 367-368.

HOLDRIDGE L.R. (1967). Life zone ecology. Tropical Science Center, San José.

MOUELHI S. (2002). *Modélisation pluie-débit aux pas de temps mensuel, annuel et pluriannuel*. Thèse de doct., ENGREF, Paris, France, 323 p.

NEW M., M. HULME et P. JONES. (1999). Representing XXth Century space-time climate variability – Part I: Development of a 1961-1990 mean monthly terrestrial climatology. *J. Clim.*, 12, 829-856.

NEW M., M. HULME et P. JONES (2000). Representing XXth Century space-time climate variability – Part II: Development of 1901-1996 monthly grids of terrestrial surface climate. *J. Clim.*, 13, 2217-2238.

YATES D.N. (1997). Approaches to continental scale runoff for integrated assessment models. *J. Hydrol.*, 201, 289-310.